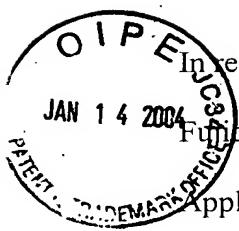


PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



In re application of

Docket No: Q77069

JAN 14 2004 Fundo AKAHANAE, et al.

Appln. No.: 10/644,066

Group Art Unit: 2861

Confirmation No.: 4346

Examiner: not yet assigned

Filed: August 20, 2003

For: LIQUID EJECTION HEAD, AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith are two (2) certified copies of the priority documents on which claims to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority documents.

Respectfully submitted,

Pete Allen Reg. No. 38,551
f-1 Darryl Mexic
Registration No. 23,063

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE
23373
CUSTOMER NUMBER

Enclosures: Japan 2002-239561
Japan 2003-295583

Date: January 14, 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年 8月20日

Fujio AKAHANAE, et al. Q77069
LIQUID EJECTION HEAD, AND METHOD...
Darryl Mexic 202-293-7060
January 14, 2004
1 of 2

出願番号
Application Number: 特願2002-239561

[ST. 10/C]: [JP2002-239561]

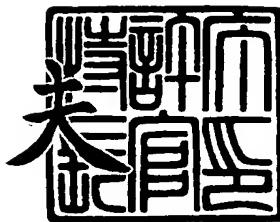
出願人
Applicant(s): セイコーエプソン株式会社

出
願
文
書
添
付
書

2003年 9月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願

【整理番号】 J0092774

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/16

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーホームズ株式会社内

【氏名】 赤羽 富士男

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーホームズ株式会社内

【氏名】 高島 永光

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーホームズ株式会社内

【氏名】 紅林 昭治

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーホームズ株式会社内

【氏名】 羽毛田 和重

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーホームズ株式会社内

【氏名】 上杉 良治

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーホームズ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅薈

【連絡先】 0266-52-3139

【選任した代理人】

【識別番号】 100107076

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤綱 英吉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0109826

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液体噴射ヘッドおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した鍛造加工による金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドであって、上記圧力発生室形成板には圧力発生室形成板の各溝状窪部等が形成された領域である加工形状部以外の領域に複数の微小窪部が設けられていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 2】 上記微小窪部は、圧力発生室形成板の板厚方向に金型を加圧して成形されている請求項 1 記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 3】 上記微小窪部は、少なくとも上記加工形状部の加工によって生じた圧力発生室形成板の湾曲形状の湾曲内面側に設けられている請求項 1 記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 4】 上記微小窪部は、圧力発生室形成板の両面に設けられている請求項 1 記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 5】 上記微小窪部は、圧力発生室形成板の上記両面に略同一配置の状態で設けられている請求項 4 記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 6】 上記微小窪部の形状は、多角錐形である請求項 1～5 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 7】 上記微小窪部の形状は、円錐形である請求項 1～5 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 8】 上記微小窪部の開口寸法は、圧力発生室形成板の板厚と略同じかまたはそれ以下とされている請求項 1～7 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 9】 上記微小窪部は、上記加工形状部から圧力発生室形成板の板

厚寸法以上離隔させて設けられている請求項1～8のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項10】 上記微小窪部は、圧力発生室形成板の略板厚寸法の間隔で配列されている請求項1～9のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項11】 上記圧力発生室形成板は、ニッケル板である請求項1～10のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項12】 上記加工形状部が素材の中央寄りの領域に設けられ、上記微小窪部は、上記加工形状部の周辺に存在する加工形状部以外の領域において、少なくとも加工形状部を挟んで対向する部分に形成されている請求項1～11のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項13】 上記溝状窪部のピッチ寸法は、0.3mm以下である請求項1～12のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項14】 上記圧力発生室形成板は、鍛造加工後の両面が研磨仕上げされたものであり、上記研磨仕上げ後も微小窪部が表面に残存している請求項1～13のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項15】 圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した鍛造加工による金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板には圧力発生室形成板の各溝状窪部等が形成された領域である加工形状部以外の領域に複数の微小窪部を設けることにより、上記加工形状部の成形によって生じる圧力発生室形成板の歪変形を矯正または防止することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧力発生室形成板に鍛造加工が施される液体噴射ヘッドおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

鍛造加工は種々な製品分野で活用されているが、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室を金属素材に鍛造で成形することが考えられる。上記液体噴射ヘッドは、加圧された液体をノズル開口から液滴として吐出させるものであり、種々な液体を対象にしたものが知られている。そのなかでも代表的なものとして、インクジェット式記録ヘッドをあげることができる。そこで、従来の技術を上記インクジェット式記録ヘッドを例にとって説明する。

【0003】

インクジェット式記録ヘッド（以下、記録ヘッドと称する。）は、共通インク室から圧力発生室を経てノズル開口に至る一連の流路を、ノズル開口に対応させて複数備えている。そして、小型化の要請から各圧力発生室は、記録密度に対応した細かいピッチで形成する必要がある。このため、隣り合う圧力発生室同士を区画する隔壁部の肉厚は極めて薄くなっている。また、圧力発生室と共通インク室とを連通するインク供給口は、圧力発生室のインク圧力をインク滴の吐出に効率よく使用するため、その流路幅が圧力発生室よりもさらに絞られている。このような微細形状の圧力発生室及びインク供給口を寸法精度良く作製する観点から、従来の記録ヘッドでは、シリコン基板が好適に用いられている。すなわち、シリコンの異方性エッチャングにより結晶面を露出させ、この結晶面で圧力発生室やインク供給口を区画形成している。

【0004】

また、ノズル開口が形成されるノズルプレートは、加工性等の要請から金属板により作製されている。そして、圧力発生室の容積を変化させるためのダイヤフラム部は、弾性板に形成されている。この弾性板は、金属製の支持板上に樹脂フィルムを貼り合わせた二重構造であり、圧力発生室に対応する部分の支持板を除去することで作製されている。

【0005】

・【発明が解決しようとする課題】

上記圧力発生室をシリコン基板に成形した場合、シリコンと金属との線膨張率の差が大きいため、シリコン基板、ノズルプレート及び弾性板の各部材を貼り合わせるにあたり、比較的低温の下で長時間をかけて接着する必要があった。このため、生産性の向上が図り難く、製造コストが嵩む一因となっていた。このため、塑性加工によって圧力発生室を金属製基板に形成する試みがなされているが、圧力発生室が極めて微細であること、及び、インク供給口の流路幅を圧力発生室よりも狭くする必要があること等から高精度の加工が困難であり、ヘッドの組立精度の向上も図り難いという問題点があった。

【0006】

このような事情な中にあって、圧力発生室を金属の鍛造加工により成形するときには、金属鍛造加工における特有の問題が解決されなければならない。それは、加工形状部すなわち圧力発生室となる溝状窪部等が加圧成形されるのであるが、個々の加工部分が密集している部分と密集していない部分とのあいだに残留応力の差が発生することにより、圧力発生室形成板に湾曲や反り等の歪変形が発生する。このような歪変形により圧力発生室形成板の平面度が低下すると、ノズルプレートや封止板等との接着に支障を来すこととなり、圧力発生室形成板を流路ユニットとして組立てたときの組立て精度が低下し、極端な場合にはインク滴の吐出特性に支障を来す恐れがある。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、高精度の圧力発生室形成板を鍛造で成形するに当たり、加工形状部の領域とそれ以外の領域とのあいだにおける残留応力の差によって発生する歪変形を矯正することをその主たる目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドは、圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した鍛造加工による金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置に

ノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドであって、上記圧力発生室形成板には圧力発生室形成板の各溝状窪部等が形成された領域である加工形状部以外の領域に複数の微小窪部が設けられていることを要旨とする。

【0009】

すなわち、上記圧力発生室形成板には圧力発生室形成板の各溝状窪部等が形成された領域である加工形状部以外の領域に複数の微小窪部が設けられているのである。

【0010】

上記溝状窪部等が形成された領域である加工形状部においては、細かい加工部分が多数密集した状態になっているので、この加工形状部の領域における残留応力は比較的高い値となっている。他方、上記加工形状部以外の領域は、例えば素材板としての圧延加工を受けた程度の加工度合いであるから、この領域における残留応力は比較的低い値となっている。このように加工形状部の領域とそれ以外の領域には残留応力に差があるので、それが原因になって圧力発生室形成板が湾曲したり反ったりした歪変形を呈することになるものと考察される。

【0011】

本発明は、上記のように加工形状部以外の領域に複数の微小窪部が設けられているので、この微小窪部の成形時に素材の表層部に微小な塑性流動が発生し、このような微小な塑性流動が集積されて加工形状部以外の領域における残留応力が追加されることとなり、加工形状部の領域とそれ以外の領域における残留応力の可及的均一化が図られて、上記のような歪変形が矯正または防止されるのである。また、微小窪部の成形時に、加工形状部以外の領域が広範囲にわたって加圧され、歪変形が矯正または防止される。したがって、歪変形のない平面精度の高い圧力発生室形成板がえられて、流路ユニットとして組立てられたときには、組立て精度の高い液体噴射ヘッドがえられる。

【0012】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記微小窪部が、圧力発生室形成板の板厚方向に金型を加圧して成形されている場合には、板厚方向への金型加圧により成形された微小窪部であるから、微小窪部が成形された領域の圧力発生室形成板には確実に塑性流動がなされ、加工形状部とバランスのとれた残留応力がえられて、上記の歪変形の発生が確実に矯正または防止される。

【0013】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記微小窪部が、少なくとも上記加工形状部の加工によって生じた圧力発生室形成板の湾曲形状の湾曲内面側に設けられている場合には、微小窪部が打込まれた圧力発生室形成板の湾曲内面側の表層部には、その表面積を広げようとする方向の「伸び」現象が発生するので、湾曲形状が平板形状に矯正または防止されるのである。

【0014】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記微小窪部が、圧力発生室形成板の両面に設けられている場合には、圧力発生室形成板の両面において微小窪部による塑性流動が形成されるので、それにともなう残留応力が圧力発生室形成板の両面において発生することとなり、加工形状部における残留応力との均衡を好適に図って、歪変形の発生が矯正または防止される。

【0015】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記微小窪部は、圧力発生室形成板の上記両面に略同一配置の状態で設けられている場合には、圧力発生室形成板の両面の略同一配置の箇所において微小窪部による塑性流動が形成されるので、圧力発生室形成板に対する塑性流動が表裏両面からより一層積極的に進行し、それにともなう残留応力が圧力発生室形成板の両面において不足することなく十分に発生することとなり、加工形状部における残留応力との均衡を好適に図って、歪変形の発生が矯正または防止される。

【0016】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記微小窪部の形状が、多角錐形である場合には、加圧された微小窪部により、圧力発生室形成板の表層部の素材がその表

面方向において多角的な方向に塑性流動を呈することとなり、加工形状部以外の領域に良好な残留応力がえられる。

【0017】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記微小窪部の形状が、円錐形である場合には、加圧された微小窪部により、圧力発生室形成板の表層部の素材がその表面方向において全方位的な方向に塑性流動を呈することとなり、加工形状部以外の領域に良好な残留応力がえられる。

【0018】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記微小窪部の開口寸法が、圧力発生室形成板の板厚と略同じかまたはそれ以下とされている場合には、上記板厚に対する微小窪部の開口寸法が過大な関係ではないので、微小窪部を成形するときには金型が素材に良好な食いこみを果たすこととなり、微小窪部の成形による素材の塑性流動が程よく行われて、加工形状部以外の領域に的確な残留応力がえられる。

【0019】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記微小窪部が、上記加工形状部から圧力発生室形成板の板厚寸法以上離隔させて設けられている場合には、微小窪部の成形にともなう素材の塑性流動等の影響が上記加工形状部に及ばないので、加工形状部の形状精度や寸法精度を微小窪部が低下させるようなことがない。

【0020】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記微小窪部が、圧力発生室形成板の略板厚寸法の間隔で配列されている場合には、微小窪部の間隔が板厚寸法を大幅に上回るような過大な状態ではないので、微小窪部成形による微小な素材の塑性流動が良好な集合状態になり、加工形状部以外の領域に的確な残留応力がえられる。

【0021】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記圧力発生室形成板が、ニッケル板である場合には、ニッケル自体の線膨張係数が低く熱伸縮の現象が他の部品と同調して良好に果たされ、また、防錆性にすぐれ、さらに鍛造加工で重要視される展性に富んでいる等、良好な効果がえられる。

【0022】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記加工形状部が素材の中央寄りの領域に設けられ、上記微小窪部は、上記加工形状部の周辺に存在する加工形状部以外の領域において、少なくとも加工形状部を挟んで対向する部分に形成されている場合には、中央寄りの領域に集中している加工形状部による比較的大きな値の残留応力が、その周辺に形成された微小窪部による残留応力で均衡のとれた状態になるので、圧力発生室形成板の歪変形が矯正または防止される。特に、素材の中央寄りに存在している残留応力の多い加工形状部を、その両側から包囲するような状態で微小窪部による作用がなされるので、圧力発生室形成板全体としてバランスのよい歪変形の矯正または防止が行われる。

【0023】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記溝状窪部のピッチ寸法が、0.3mm以下である場合には、精密な微細部品であるインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室を鍛造加工するようなときに、きわめて精巧な圧力発生室形成板がえられて、精度品質の高い液体噴射ヘッドがえられる。また、溝状窪部の密集度合いが高く、加工形状部の残留応力の集積も大となるので、それにともなう歪変形を矯正または防止する本発明の効果が顕著である。

【0024】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記圧力発生室形成板は、鍛造加工後の両面が研磨仕上げされたものであり、上記研磨仕上げ後も微小窪部が表面に残存している場合には、圧力発生室形成板の片面あるいは両面に成形した微小窪部が研磨されて、研磨後においても微小窪部が残存しているので、微小窪部によってえられた残留応力が存置され、加工形状部とそれ以外の領域における残留応力の均衡が継続して維持され、研磨後に圧力発生室形成板が歪変形を起したりしない。さらに、研磨による圧力発生室形成板の平面度の向上により接着時の相手方部材、例えばノズルプレート、弾性板等との密着性が良好となる。また、微小窪部が残存させてあるので、余剰の接着剤が微小窪部に収容され、接着剤が外部へ流出したり接着剤の層厚が不均一になったりせず、良好な組立て精度の液体噴射ヘッドがえられる。

【0025】

上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した鍛造加工による金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板には圧力発生室形成板の各溝状窪部等が形成された領域である加工形状部以外の領域に複数の微小窪部を設けることにより、上記加工形状部の成形によって生じる圧力発生室形成板の歪変形を矯正または防止することを要旨とする。

【0026】

すなわち、上記圧力発生室形成板には圧力発生室形成板の各溝状窪部等が形成された領域である加工形状部以外の領域に複数の微小窪部を設けることにより、上記加工形状部の成形によって生じる圧力発生室形成板の歪変形を矯正または防止するのである。

【0027】

このため、上記のように加工形状部以外の領域に複数の微小窪部が設けられているので、この微小窪部の成形時に素材の表層部に微小な塑性流動が発生し、このような微小な塑性流動が集積されて加工形状部以外の領域における残留応力が追加されることとなり、加工形状部の領域とそれ以外の領域における残留応力の可及的均一化が図られて、上記のような歪変形が矯正または防止されるのである。また、微小窪部の成形時に、加工形状部以外の領域が広範囲にわたって加圧され、歪変形が矯正または防止される。したがって、歪変形のない平面精度の高い圧力発生室形成板がえられて、流路ユニットとして組立てられたときには、組立て精度の高い液体噴射ヘッドがえられる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明するが、まず最初に本発明が

適用される液体噴射ヘッドの構成について説明する。

【0029】

本発明が適用される液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録装置の記録ヘッドとして実施するのが適しているので、図示の実施の形態においては液体噴射ヘッドの代表的な事例として、上記記録ヘッドを示している。

【0030】

図1及び図2に示すように、記録ヘッド1は、ケース2と、このケース2内に収納される振動子ユニット3と、ケース2の先端面に接合される流路ユニット4と、先端面とは反対側のケース2の取付面上に配置される接続基板5と、ケース2の取付面側に取付けられる供給針ユニット6等から概略構成されている。

【0031】

上記の振動子ユニット3は、図3に示すように、圧電振動子群7と、この圧電振動子群7が接合される固定板8と、圧電振動子群7に駆動信号を供給するためのフレキシブルケーブル9とから概略構成される。

【0032】

圧電振動子群7は、列状に形成された複数の圧電振動子10…を備える。各圧電振動子10…は、圧力発生素子の一種であり、電気機械変換素子の一種でもある。これらの各圧電振動子10…は、列の両端に位置する一対のダミー振動子10a, 10aと、これらのダミー振動子10a, 10aの間に配置された複数の駆動振動子10b…とから構成されている。そして、各駆動振動子10b…は、例えば、 $50\mu m \sim 100\mu m$ 程度の極めて細い幅の櫛歯状に切り分けられ、180本設けられる。また、ダミー振動子10aは、駆動振動子10bよりも十分広い幅であり、駆動振動子10bを衝撃等から保護する保護機能と、振動子ユニット3を所定位置に位置付けるためのガイド機能とを有する。

【0033】

各圧電振動子10…は、固定端部を固定板8上に接合することにより、自由端部を固定板8の先端面よりも外側に突出させている。すなわち、各圧電振動子10…は、いわゆる片持ち梁の状態で固定板8上に支持されている。そして、各圧電振動子10…の自由端部は、圧電体と内部電極とを交互に積層して構成されて

おり、対向する電極間に電位差を与えることで素子長手方向に伸縮する。

【0034】

フレキシブルケーブル9は、固定板8とは反対側となる固定端部の側面で圧電振動子10と電気的に接続されている。そして、このフレキシブルケーブル9の表面には、圧電振動子10の駆動等を制御するための制御用IC11が実装されている。また、各圧電振動子10…を支持する固定板8は、圧電振動子10からの反力を受け止め得る剛性を備えた板状部材であり、ステンレス板等の金属板が好適に用いられる。

【0035】

上記のケース2は、例えば、エポキシ系樹脂等の熱硬化性樹脂で成型されたブロック状部材である。ここで、ケース2を熱硬化性樹脂で成型しているのは、この熱硬化性樹脂は、一般的な樹脂よりも高い機械的強度を有しており、線膨張係数が一般的な樹脂よりも小さく、周囲の温度変化による変形が小さいからである。そして、このケース2の内部には、振動子ユニット3を収納可能な収納空部12と、インクの流路の一部を構成するインク供給路13とが形成されている。また、ケース2の先端面には、共通インク室（リザーバ）14となる先端凹部15が形成されている。

【0036】

収納空部12は、振動子ユニット3を収納可能な大きさの空部である。この収納空部12の先端側部分はケース内壁が側方に向けて部分的に突出しており、この突出部分の上面が固定板当接面として機能する。そして、振動子ユニット3は、各圧電振動子10の先端が開口から臨む状態で収納空部12内に収納される。この収納状態において、固定板8の先端面は固定板当接面に当接した状態で接着されている。

【0037】

先端凹部15は、ケース2の先端面を部分的に窪ませることにより作製されている。本実施形態の先端凹部15は、収納空部12よりも左右外側に形成された略台形状の凹部であり、収納空部12側に台形の下底が位置するように形成されている。

【0038】

インク供給路13は、ケース2の高さ方向を貫通するように形成され、先端が先端凹部15に連通している。また、インク供給路13における取付面側の端部は、取付面から突設した接続口16内に形成されている。

【0039】

上記の接続基板5は、記録ヘッド1に供給する各種信号用の電気配線が形成されると共に、信号ケーブルを接続可能なコネクタ17が取付けられた配線基板である。そして、この接続基板5は、ケース2における取付面上に配置され、フレキシブルケーブル9の電気配線が半田付け等によって接続される。また、コネクタ17には、制御装置（図示せず）からの信号ケーブルの先端が挿入される。

【0040】

上記の供給針ユニット6は、インクカートリッジ（図示せず）が接続される部分であり、針ホルダ18と、インク供給針19と、フィルタ20とから概略構成される。

【0041】

インク供給針19は、インクカートリッジ内に挿入される部分であり、インクカートリッジ内に貯留されたインクを導入する。このインク供給針19の先端部は円錐状に尖っており、インクカートリッジ内に挿入し易くなっている。また、この先端部には、インク供給針19の内外を連通するインク導入孔が複数穿設されている。そして、本実施形態の記録ヘッド1は2種類のインクを吐出可能であるため、このインク供給針19を2本備えている。

【0042】

針ホルダ18は、インク供給針19を取付けるための部材であり、その表面にはインク供給針19の根本部分を止着するための台座21を2本分横並びに形成している。この台座21は、インク供給針19の底面形状に合わせた円形状に作製されている。また、台座底面の略中心には、針ホルダ18の板厚方向を貫通するインク排出口22を形成している。また、この針ホルダ18には、フランジ部を側方に延出している。

【0043】

フィルタ20は、埃や成型時のバリ等のインク内の異物の通過を阻止する部材であり、例えば、目の細かな金属網によって構成される。このフィルタ20は、台座21内に形成されたフィルタ保持溝に接着されている。

【0044】

そして、この供給針ユニット6は、図2に示すように、ケース2の取付面上に配設される。この配設状態において、供給針ユニット6のインク排出口22とケース2の接続口16とは、パッキン23を介して液密状態で連通する。

【0045】

次に、上記の流路ユニット4について説明する。この流路ユニット4は、圧力発生室形成板30の一方の面にノズルプレート31を、圧力発生室形成板30の他方の面に弾性板32を接合した構成である。

【0046】

圧力発生室形成板30は、図4に示すように、溝状窪部33と、連通口34と、逃げ凹部35とを形成した金属製の板状部材である。本実施形態では、この圧力発生室形成板30を、厚さ0.35mmのニッケル製の基板を加工することで作製している。

【0047】

ここで、基板としてニッケルを選定した理由について説明する。第1の理由は、このニッケルの線膨張係数が、ノズルプレート31や弾性板32の主要部を構成する金属（本実施形態では後述するようにステンレス）の線膨張係数と略等しいからである。すなわち、流路ユニット4を構成する圧力発生室形成板30、弾性板32及びノズルプレート31の線膨張係数が揃うと、これらの各部材を加熱接着した際ににおいて、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッド1の作動時に圧電振動子10が発熱し、この熱によって流路ユニット4が加熱されたとしても、流路ユニット4を構成する各部材30, 31, 32が均等に膨張する。このため、記録ヘッド1の作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニット4を構成する各部材30, 31, 32に剥離等の不具合は生じ難

い。

【0048】

第2の理由は、防錆性に優れているからである。すなわち、この種の記録ヘッド1では水性インクが好適に用いられているので、長期間に亘って水が接触しても錆び等の変質が生じないことが肝要である。その点、ニッケルは、ステンレスと同様に防錆性に優れており、錆び等の変質が生じ難い。

【0049】

第3の理由は、展性に富んでいるからである。すなわち、圧力発生室形成板30を作製するにあたり、本実施形態では後述するように塑性加工（例えば、鍛造加工）で行っている。そして、圧力発生室形成板30に形成される溝状窪部33や連通口34は、極めて微細な形状であり、且つ、高い寸法精度が要求される。そして、基板にニッケルを用いると、展性に富んでいることから塑性加工であっても溝状窪部33や連通口34を高い寸法精度で形成することができる。

【0050】

なお、圧力発生室形成板30に関し、上記した各要件、すなわち、線膨張係数の要件、防錆性の要件、及び、展性の要件を満たすならば、ニッケル以外の金属で構成してもよい。

【0051】

溝状窪部33は、圧力発生室29となる溝状の窪部であり、図5に拡大して示すように、直線状の溝によって構成されている。本実施形態では、幅約0.1mm、長さ約1.5mm、深さ約0.1mmの溝を溝幅方向に180個列設している。この溝状窪部33の底面は、深さ方向（すなわち、奥側）に進むに連れて縮幅されてV字状に窪んでいる。底面をV字状に窪ませたのは、隣り合う圧力発生室29、29同士を区画する隔壁部28の剛性を高めるためである。すなわち、底面をV字状に窪ませることにより、隔壁部28の根本部分（底面側の部分）の肉厚が厚くなつて隔壁部28の剛性が高まる。そして、隔壁部28の剛性が高くなると、隣の圧力発生室29からの圧力変動の影響を受け難くなる。すなわち、隣の圧力発生室29からのインク圧力の変動が伝わり難くなる。また、底面をV字状に窪ませることにより、溝状窪部33を塑性加工によって寸法精度よく形成

することもできる（後述する）。そして、このV字の角度は、加工条件によって規定されるが、例えば90度前後である。さらに、隔壁部28における先端部分の肉厚が極く薄いことから、各圧力発生室29…を密に形成しても必要な容積を確保することができる。

【0052】

また、本実施形態における溝状窪部33に関し、その長手方向両端部は、奥側に進むにつれて内側に下り傾斜している。すなわち、溝状窪部33の長手方向両端部は、面取形状に形成されている。このように構成したのも、溝状窪部33を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0053】

さらに、両端部の溝状窪部33, 33に隣接させてこの溝状窪部33よりも幅広なダミー窪部36を1つずつ形成している。このダミー窪部36は、インク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室となる溝状の窪部である。本実施形態のダミー窪部36は、幅約0.2mm, 長さ約1.5mm, 深さ約0.1mmの溝によって構成されている。そして、このダミー窪部36の底面は、W字状に窪んでいる。これも、隔壁部28の剛性を高めるため、及び、ダミー窪部36を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0054】

そして、各溝状窪部33…及び一対のダミー窪部36, 36によって窪部列が構成される。本実施形態では、この窪部列を横並びに2列形成している。

【0055】

連通口34は、溝状窪部33の一端から板厚方向を貫通する貫通孔として形成している。この連通口34は、溝状窪部33毎に形成されており、1つの窪部列に180個形成されている。本実施形態の連通口34は、開口形状が矩形状であり、圧力発生室形成板30における溝状窪部33側から板厚方向の途中まで形成した第1連通口37と、溝状窪部33とは反対側の表面から板厚方向の途中まで形成した第2連通口38とから構成されている。

【0056】

そして、第1連通口37と第2連通口38とは断面積が異なっており、第2連

通口38の内寸法が第1連通口37の内寸法よりも僅かに小さく設定されている。これは、連通口34をプレス加工によって作製していることに起因する。すなわち、この圧力発生室形成板30は、厚さ0.35mmのニッケル板を加工することで作製しているため、連通口34の長さは、溝状窪部33の深さを差し引いても0.25mm以上となる。そして、連通口34の幅は、溝状窪部33の溝幅よりも狭くする必要があるので、0.1mm未満に設定される。このため、連通口34を1回の加工で打ち抜こうとすると、アスペクト比の関係で雄型（ポンチ）が座屈するなどしてしまう。そこで、本実施形態では、加工を2回に分け、1回目の加工では第1連通口37を板厚方向の途中まで形成し、2回目の加工で第2連通口38を形成している。なお、この連通口34の加工手順については、後で説明する。

【0057】

また、ダミー窪部36にはダミー連通口39が形成されている。このダミー連通口39は、上記の連通口34と同様に、第1ダミー連通口40と第2ダミー連通口41とから構成されており、第2ダミー連通口41の内寸法が第1ダミー連通口40の内寸法よりも小さく設定されている。

【0058】

なお、本実施形態では、上記の連通口34及びダミー連通口39に関し、開口形状が矩形状の貫通孔によって構成されたものを例示したが、この形状に限定されるものではない。例えば、円形に開口した貫通孔によって構成してもよい。

【0059】

逃げ凹部35は、共通インク室14におけるコンプライアンス部の作動用空間を形成する。本実施形態では、ケース2の先端凹部15と略同じ形状であって、深さが溝状窪部33と等しい台形状の凹部によって構成している。

【0060】

次に、上記の弾性板32について説明する。この弾性板32は、封止板の一種であり、例えば、支持板42上に弾性体膜43を積層した二重構造の複合材（本発明の金属材の一種）によって作製される。本実施形態では、支持板42としてステンレス板を用い、弾性体膜43としてPPS（ポリフェニレンサルファイド

) を用いでいる。

【0061】

図6に示すように、弾性板32には、ダイヤフラム部44と、インク供給口45と、コンプライアンス部46とを形成している。

【0062】

ダイヤフラム部44は、圧力発生室29の一部を区画する部分である。すなわち、ダイヤフラム部44は溝状窪部33の開口面を封止し、この溝状窪部33と共に圧力発生室29を区画形成する。このダイヤフラム部44は、図7(a)に示すように、溝状窪部33に対応した細長い形状であり、溝状窪部33を封止する封止領域に対し、各溝状窪部33…毎に形成されている。具体的には、ダイヤフラム部44の幅は溝状窪部33の溝幅と略等しく設定され、ダイヤフラム部44の長さは溝状窪部33の長さよりも多少短く設定されている。長さに関し、本実施形態では、溝状窪部33の長さの約2/3に設定されている。そして、形成位置に関し、図2に示すように、ダイヤフラム部44の一端を、溝状窪部33の一端（連通口34側の端部）に揃えている。

【0063】

このダイヤフラム部44は、図7(b)に示すように、溝状窪部33に対応する部分の支持板42をエッチング等によって環状に除去して弾性体膜43のみとすることで作製され、この環内には島部47を形成している。この島部47は、圧電振動子10の先端面が接合される部分である。

【0064】

インク供給口45は、圧力発生室29と共通インク室14とを連通するための孔であり、弾性板32の板厚方向を貫通している。このインク供給口45も、ダイヤフラム部44と同様に、溝状窪部33に対応する位置に各溝状窪部33…毎に形成されている。このインク供給口45は、図2に示すように、連通口34とは反対側の溝状窪部33の他端に対応する位置に穿設されている。また、このインク供給口45の直径は、溝状窪部33の溝幅よりも十分に小さく設定されている。本実施形態では、23ミクロンの微細な貫通孔によって構成している。

【0065】

このようにインク供給口 45 を微細な貫通孔にした理由は、圧力発生室 29 と共通インク室 14 との間に流路抵抗を付与するためである。すなわち、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29 内のインクに付与した圧力変動を利用してインク滴を吐出させている。このため、インク滴を効率よく吐出させるためには、圧力発生室 29 内のインク圧力をできるだけ共通インク室 14 側に逃がさないようにすることが肝要である。この観点から本実施形態では、インク供給口 45 を微細な貫通孔によって構成している。

【0066】

そして、本実施形態のように、インク供給口 45 を貫通孔によって構成すると、加工が容易であり、高い寸法精度が得られるという利点がある。すなわち、このインク供給口 45 は貫通孔であるため、レーザー加工による作製が可能である。従って、微細な直径であっても高い寸法精度で作製でき、作業も容易である。

【0067】

コンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 の一部を区画する部分である。すなわち、コンプライアンス部 46 と先端凹部 15 とで共通インク室 14 を区画形成する。このコンプライアンス部 46 は、先端凹部 15 の開口形状と略同じ台形状であり、支持板 42 の部分をエッチング等によって除去し、弾性体膜 43 だけにすることで作製される。

【0068】

なお、弾性板 32 を構成する支持板 42 及び弾性体膜 43 は、この例に限定されるものではない。例えば、弾性体膜 43 としてポリイミドを用いてもよい。また、この弾性板 32 を、ダイヤフラム部 44 になる厚肉部及び該厚肉部周辺の薄肉部と、コンプライアンス部 46 になる薄肉部とを設けた金属板で構成してもよい。

【0069】

次に、上記のノズルプレート 31 について説明する。ノズルプレート 31 は、ノズル開口 48 を列設した金属製の板状部材である。本実施形態ではステンレス板を用い、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル開口 48…を開設している。本実施形態では、合計 180 個のノズル開口 48…を列設してノズル列

を構成し、このノズル列を2列横並びに形成している。そして、このノズルプレート31を圧力発生室形成板30の他方の表面、すなわち、弾性板32とは反対側の表面に接合すると、対応する連通口34に各ノズル開口48…が臨む。

【0070】

そして、上記の弾性板32を、圧力発生室形成板30の一方の表面、すなわち、溝状窪部33の形成面に接合すると、ダイヤフラム部44が溝状窪部33の開口面を封止して圧力発生室29が区画形成される。同様に、ダミー窪部36の開口面も封止されてダミー圧力発生室が区画形成される。また、上記のノズルプレート31を圧力発生室形成板30の他方の表面に接合するとノズル開口48が対応する連通口34に臨む。この状態で島部47に接合した圧電振動子10を伸縮すると、島部周辺の弾性体膜43が変形し、島部47が溝状窪部33側に押されたり、溝状窪部33側から離隔する方向に引かれたりする。この弾性体膜43の変形により、圧力発生室29が膨張したり収縮したりして圧力発生室29内のインクに圧力変動が付与される。

【0071】

さらに、弾性板32（すなわち、流路ユニット4）をケース2に接合すると、コンプライアンス部46が先端凹部15を封止する。このコンプライアンス部46は、共通インク室14に貯留されたインクの圧力変動を吸収する。すなわち、貯留されたインクの圧力に応じて弾性体膜43が膨張したり収縮したりして変形する。そして、上記の逃げ凹部35は、弾性体膜43の膨張時において、弾性体膜43が膨らむための空間を形成する。

【0072】

上記構成の記録ヘッド1は、インク供給針19から共通インク室14までの共通インク流路と、共通インク室14から圧力発生室29を通って各ノズル開口48…に至る個別インク流路とを有する。そして、インクカートリッジに貯留されたインクは、インク供給針19から導入されて共通インク流路を通って共通インク室14に貯留される。この共通インク室14に貯留されたインクは、個別インク流路を通じてノズル開口48から吐出される。

【0073】

例えば、圧電振動子10を収縮させると、ダイヤフラム部44が振動子ユニット3側に引っ張られて圧力発生室29が膨張する。この膨張により圧力発生室29内が負圧化されるので、共通インク室14内のインクがインク供給口45を通って各圧力発生室29に流入する。その後、圧電振動子10を伸張させると、ダイヤフラム部44が圧力発生室形成板30側に押されて圧力発生室29が収縮する。この収縮により、圧力発生室29内のインク圧力が上昇し、対応するノズル開口48からインク滴が吐出される。

【0074】

そして、この記録ヘッド1では、圧力発生室29（溝状窪部33）の底面がV字状に窪んでいる。このため、隣り合う圧力発生室29, 29同士を区画する隔壁部28は、その根本部分の肉厚が先端部分の肉厚よりも厚く形成される。これにより、隔壁部28の剛性を従来よりも高めることができる。従って、インク滴の吐出時において、圧力発生室29内にインク圧力の変動が生じたとしても、その圧力変動を隣の圧力発生室29に伝わり難くすることができる。その結果、所謂隣接クロストークを防止でき、インク滴の吐出を安定化できる。

【0075】

また、本実施形態では、共通インク室14と圧力発生室29とを連通するインク供給口45を、弾性板32の板厚方向を貫通する微細孔によって構成したので、レーザー加工等によって高い寸法精度が容易に得られる。これにより、各圧力発生室29…へのインクの流入特性（流入速度や流入量等）を高いレベルで揃えることができる。さらに、レーザー光線によって加工を行った場合には、加工も容易である。

【0076】

また、本実施形態では、列端部の圧力発生室29, 29に隣接させてインク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室（すなわち、ダミー窪部36と弾性板32とによって区画される空部）を設けたので、これらの両端の圧力発生室29, 29に関し、片側には隣りの圧力発生室29が形成され、反対側にはダミー圧力発生室が形成されることになる。これにより、列端部の圧力発生室29, 29に関し、その圧力発生室29を区画する隔壁の剛性を、列途中の他の圧力発生室29

…における隔壁の剛性に揃えることができる。その結果、一列全ての圧力発生室29のインク滴吐出特性を揃えることができる。

【0077】

さらに、このダミー圧力発生室に関し、列設方向側の幅を各圧力発生室29…の幅よりも広くしている。換言すれば、ダミー窪部36の幅を溝状窪部33の幅よりも広くしている。これにより、列端部の圧力発生室29と列途中の圧力発生室29の吐出特性をより高い精度で揃えることができる。

【0078】

さらに、本実施形態では、ケース2の先端面を部分的に窪ませて先端凹部15を形成し、この先端凹部15と弾性板32とにより共通インク室14を区画形成しているので、共通インク室14を形成するための専用部材が不要であり、構成の簡素化が図れる。また、このケース2は樹脂成型によって作製されているので、先端凹部15の作製も比較的容易である。

【0079】

次に、上記記録ヘッド1の製造方法について説明する。なお、この製造方法では、上記の圧力発生室形成板30の製造工程に特徴を有しているので、圧力発生室形成板30の製造工程を中心に説明することにする。なお、この圧力発生室形成板30は、順送り型による鍛造加工によって作製される。また、圧力発生室形成板30の素材として使用する帯板は、上記したようにニッケル製である。

【0080】

圧力発生室形成板30の製造工程は、溝状窪部33を形成する溝状窪部形成工程と、連通口34を形成する連通口形成工程とからなり、順送り型によって行われる。

【0081】

溝状窪部形成工程では、図8に示す雄型51と図9に示す雌型52とを用いる。この雄型51は、溝状窪部33を形成するための金型である。この雄型には、溝状窪部33を形成するための突条部53を、溝状窪部33と同じ数だけ列設してある。また、列設方向両端部の突条部53に隣接させてダミー窪部36を形成するためのダミー突条部（図示せず）も設ける。突条部53の先端部分53aは

先細りした山形とされており、例えば図8（b）に示すように、幅方向の中心から45度程度の角度で面取りされている。すなわち、突条部53の先端に形成した山形の斜面により楔状の先端部分53aが形成されている。これにより、長手方向から見てV字状に尖っている。また、先端部分53aにおける長手方向の両端は、図8（a）に示すように、45度程度の角度で面取りしてある。このため、突条部53の先端部分53aは、三角柱の両端を面取りした形状となっている。

【0082】

また、雌型52には、その上面に筋状突起54が複数形成されている。この筋状突起54は、隣り合う圧力発生室29、29同士を区画する隔壁の形成を補助するものであり、溝状窪部33、33同士の間に位置する。この筋状突起54は四角柱状であり、その幅は、隣り合う圧力発生室29、29同士の間隔（隔壁の厚み）よりも若干狭く設定されており、高さは幅と同程度である。また、筋状突起54の長さは溝状窪部33（突条部53）の長さと同程度に設定されている。

【0083】

そして、溝状窪部形成工程では、まず、図10（a）に示すように、雌型52の上面に素材であるとともに圧力発生室形成板である帯板55を載置し、帯板55の上方に雄型51を配置する。次に、図10（b）に示すように、雄型51を下降させて突条部53の先端部を帯板55内に押し込む。このとき、突条部53の先端部分53aをV字状に尖らせているので、突条部53を座屈させることなく先端部分53aを帯板55内に確実に押し込むことができる。この突条部53の押し込みは、図10（c）に示すように、帯板55の板厚方向の途中まで行う。

【0084】

突条部53の押し込みにより、帯板55の一部分が流動し、溝状窪部33が形成される。ここで、突条部53の先端部分53aがV字状に尖っているので、微細な形状の溝状窪部33であっても、高い寸法精度で作製することができる。すなわち、先端部分53aで押された部分が円滑に流れるので、形成される溝状窪部33は突条部53の形状に倣った形状に形成される。このときに、先端部分53

3 aで押し分けられるようにして流動した素材は、突条部53のあいだに設けられた空隙部53b内に流入し隔壁部28が成形される。さらに、先端部分53aにおける長手方向の両端も面取りしてあるので、当該部分で押圧された帯板55も円滑に流れる。従って、溝状窪部33の長手方向両端部についても高い寸法精度で作製できる。

【0085】

また、突条部53の押し込みを板厚方向の途中で止めているので、貫通孔として形成する場合よりも厚い帯板55を用いることができる。これにより、圧力発生室形成板30の剛性を高めることができ、インク滴の吐出特性の向上が図れる。また、圧力発生室形成板30の取り扱いも容易になる。

【0086】

また、突条部53で押圧されたことにより、帯板55の一部は隣り合う突条部53, 53の空間内に隆起する。ここで、雌型52に設けた筋状突起54は、突条部53, 53同士の間に応する位置に配置されているので、この空間内への帯板55の流れを補助する。これにより、突条部53間の空間に対して効率よく帯板55を導入することができ、隆起部を高く形成できる。

【0087】

上記溝状窪部33等の成形は、上述のとおりであるが、そのような成形工程においては、圧力発生室形成板30の歪変形を矯正または防止して、平面度の高い圧力発生室形成板30を製作する必要がある。

【0088】

すなわち、上記溝状窪部33等が形成された領域である加工形状部においては、細かい加工部分が多数密集した状態になっているので、この加工形状部の領域における残留応力は比較的高い値となっている。他方、上記加工形状部以外の領域は、例えば素材板55としての圧延加工を受けた程度の加工度合いであるから、この領域における残留応力は比較的低い値となっている。このように加工形状部の領域とそれ以外の領域には残留応力に差があるので、それが原因になって圧力発生室形成板30が湾曲したり反ったりした歪変形を呈することになるものと考察される。

【0089】

以下、上記の課題を解決するための本発明の実施の形態について説明する。

【0090】

なお、前述の雄型51および雌型52により帯板（素材）55に塑性加工を行うときには、常温の温度条件下であり、また、以下に説明する塑性加工においても同様に常温の温度条件で塑性加工を行っている。

【0091】

図11、図12は、図4に示した圧力発生室形成板30に微小窪部を追加して成形したもの実施の形態を示す。なお、すでに説明された部位と同じ機能を果たす部位については、同一の符号を図中に記載してある。

【0092】

図11は、多数の微小窪部63が設けられた状態を示す平面図である。圧力発生室29となる溝状窪部33や逃げ凹部35等が形成された領域が、加工形状部64であり、この領域には多数の溝状窪部33や逃げ凹部35が密集した状態になっている。この加工形状部64は理解し易くするために、2点鎖線65で包囲して図示してある。加工形状部64以外の領域66に多数の微小窪部63が設けられ、図11に示す場合は縦横とも等ピッチで配列されている。なお、2点鎖線65で包囲された加工形状部64の形は、2点鎖線65の形状に限定されるものではなく、溝状窪部33や逃げ凹部35等の成形による残留応力のおよぶ範囲と解するのが適正である。

【0093】

そして、上記加工形状部64は圧力発生室形成板30の中央寄りに位置付けられており、加工形状部64以外の領域66は加工形状部64の周囲に存在させてある。

【0094】

圧力発生室形成板30は、通常、複数の加工ステージを備えた多工程式の鍛造加工機によって成形される。例えば、帯状の素材板55を順送りで上記鍛造加工機に供給し、その第1加工ステージでは素材板と金型との位置合わせを行う基準穴の穿孔、第2加工ステージではトリミング用の開口部の形成、第3加工ステー

ジでは溝状窪部33の予備成形、第4加工ステージでは溝状窪部33の仕上げ成形、第5加工ステージでは連通口34の穿孔等の順に最終工程まで加工が進行する。

【0095】

上記微小窪部63の成形は、上記加工ステージのなかの最終加工ステージとして行われる。微小窪部63を成形するための金型は、多数の突起状のパンチが配列されたものであり、このパンチの先端部を圧力発生室形成板30の板厚方向に押付けて、加工形状部64以外の領域66に規則正しく配列された圧痕を付けるような加工を行う。

【0096】

上記溝状窪部33等が形成された領域である加工形状部64においては、細かい加工部分が多数密集した状態になっているので、この加工形状部64の領域における残留応力は比較的高い値となっている。他方、上記加工形状部64以外の領域66は、例えば素材板55としての圧延加工を受けた程度の加工度合いであるから、この領域66における残留応力は比較的低い値となっている。このように加工形状部64の領域とそれ以外の領域66には残留応力に差があるので、それが原因になって圧力発生室形成板30が湾曲したり反ったりした歪変形を呈することになるものと考察される。

【0097】

この実施の形態においては、上記のように加工形状部64以外の領域66に複数の微小窪部63が設けられているので、この微小窪部63の成形時に素材55の表層部に微小な塑性流動が発生し、このような微小な塑性流動が集積されて加工形状部64以外の領域66における残留応力が追加されることとなり、加工形状部64の領域とそれ以外の領域66における残留応力の可及的均一化が図られて、上記のような歪変形が矯正または防止されるのである。また、微小窪部63の成形時に、加工形状部64以外の領域が広範囲にわたって加圧され、歪変形が矯正または防止される。したがって、歪変形のないあるいは少ない平面精度の高い圧力発生室形成板30がえられて、流路ユニット4として組立てられたときは、組立て精度の高い液体噴射ヘッド1がえられる。

【0098】

また、圧力発生室形成板30の板厚方向への金型加圧により成形された微小窪部63であるから、微小窪部63が成形された領域66の圧力発生室形成板30には確実に塑性流動がなされ、加工形状部64とバランスのとれた残留応力がえられて、上記の歪変形の発生が防止あるいは歪変形量の減少が実現する。

【0099】

圧力発生室形成板30の歪変形の態様は、上記加工形状部64における溝状窪部33等の個々の加工成形部分の密集度合い、列設された溝状窪部33の列数や圧力発生室形成板30に対する溝状窪部33の列の長さ、加工形状部64以外の領域66の広さ等種々な要因で変化する。その変化の1態様として、圧力発生室形成板30全体が円筒状に湾曲したり浅い皿状に湾曲したりする。

【0100】

このように湾曲する恐れのある加工形状部64や加工形状部64以外の領域66の残留応力状態である場合には、少なくとも上記湾曲形状の湾曲内面側に微小窪部63を成形して湾曲の矯正または防止を行う。このときには、微小窪部63が打込まれた圧力発生室形成板30の湾曲内面側の表層部には、その表面積を広げようとする方向の「伸び」現象が発生するので、湾曲形状が平板形状に矯正されるのである。

【0101】

また、上述のように圧力発生室形成板30の歪変形の態様には、種々な形状が発生するのであるが、その歪変形の状態によっては圧力発生室形成板30の両面に微小窪部63を打込んで対応する場合がある。この場合には、圧力発生室形成板30の両面において微小窪部63による塑性流動がなされるので、それにともなう残留応力が圧力発生室形成板30の両面において発生することとなり、加工形状部64における残留応力との均衡を好適に図って、歪変形の発生が矯正または防止される。

【0102】

上記の両面に微小窪部63を打込むことによる残留応力の発生を、さらに積極的に行わせるために、微小窪部63の配置を表裏両面とも略同一配置にする。こ

うすることにより、圧力発生室形成板30の両面の略同一配置の箇所において微小窪部63による塑性流動が形成されるので、圧力発生室形成板30に対する塑性流動が表裏両面からより一層積極的に進行し、それにともなう残留応力が圧力発生室形成板30の両面において不足することなく十分に発生することとなり、加工形状部64における残留応力との均衡を好適に図って、歪変形の発生が矯正または防止される。なお、上記の「略同一配置」は、表裏両側から加圧した微小窪部63の最深部分が圧力発生室形成板30の板厚方向で見て合致している場合や、上記合致がある程度ずれている場合を包括しており、結果的には、表裏両側からの塑性流動が残留応力発生に効果的に作用することを意味している。また、表裏両面の微小窪部63を、表裏の加工形状部64以外の各領域66全体あるいは部分的に設けることにより、各領域66における残留応力を加工形状部64の残留応力とバランスよく発生させることができる。

【0103】

微小窪部63の形状には種々なものが採用できる。図12は、各種の微小窪部63を示している。同図（A）は、微小窪部63が形成される領域66の部分的な断面図である。ここに現われている微小窪部63は、（B）に平面的に示す四角錐形であり、そのためのパンチも四角錐形とされている。また、（C）は円錐形の微小窪部63、（D）は三角錐形の微小窪部63である。

【0104】

上記のような形状の微小窪部63により、圧力発生室形成板30の表層部の素材55がその表面方向において、微小窪部63が多角錐形であれば多角的な方向に塑性流動を呈することとなり、また、微小窪部63が円錐形であれば全方位的な方向に塑性流動を呈することとなり、加工形状部64以外の領域66に良好な残留応力がえられる。

【0105】

図12（A）（B）に示すように、微小窪部63の開口寸法Sが、圧力発生室形成板30の板厚寸法Tと略同じかまたはそれ以下とされている。こうすることにより、上記板厚寸法Tに対する微小窪部63の開口寸法Sが過大な関係ではないので、微小窪部63を成形するときには金型が素材55に良好な食いこみを果

たすこととなり、微小窪部63の成形による素材55の塑性流動が程よく行われて、加工形状部64以外の領域66に的確な残留応力がえられる。

【0106】

また、上記微小窪部63は、上記加工形状部64から圧力発生室形成板30の板厚寸法T以上離隔させて設けられている。こうすることにより、微小窪部63の成形にともなう素材55の塑性流動等の影響が上記加工形状部64に及ばないので、加工形状部64の形状精度や寸法精度を微小窪部63が低下させるようなことがない。

【0107】

上記微小窪部63は、圧力発生室形成板30の略板厚寸法Tの間隔で配列されている。こうすることにより、微小窪部63の間隔が板厚寸法Tを大幅に上回るような過大な状態ではないので、微小窪部63の成形による微小な素材55の塑性流動が良好な集合状態になり、加工形状部64以外の領域66に的確な残留応力がえられる。

【0108】

上記圧力発生室形成板30の材料として、ニッケル板が採用されている。こうすることにより、ニッケル自体の線膨張係数が低く熱伸縮の現象が他の部品、例えばノズルプレート31や弾性板32と同調して良好に果たされ、また、防錆性にすぐれ、さらに鍛造加工で重要視される展性に富んでいる等、良好な効果がえられる。

【0109】

上述のように、上記加工形状部64が素材55（圧力発生室形成板30）の中央寄りの領域に設けられ、加工形状部64以外の領域66が加工形状部64の周辺に存在している。そして、微小窪部63は、加工形状部64以外の領域66において、少なくとも加工形状部64を挟んで対向する部分に形成するのが好ましい。この例では、加工形状部64以外の領域66の略全面にわたって微小窪部63が形成されている。したがって、中央寄りの領域に集中している加工形状部64による比較的大きな値の残留応力が、その周辺に形成された微小窪部63による残留応力で均衡のとれた状態になるので、圧力発生室形成板30の歪変形が防

止される。特に、素材55の中央寄りに存在している残留応力の多い加工形状部64を、その外側から包囲するような状態で微小窪部63による矯正作用がなされるので、圧力発生室形成板30全体としてバランスのよい歪変形の防止が行われる。

【0110】

上記溝状窪部33のピッチ寸法は0.14mmであり、この鍛造加工で精密な微細部品であるインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室29を加工するようなときに、きわめて精巧な鍛造加工が可能となる。図示の実施の形態は、溝状窪部33のピッチは0.14mmであるが、このピッチについては、0.3mm以下とすることにより、液体噴射ヘッド等の部品加工等においてより好適な仕上げとなる。このピッチは好ましくは0.2mm以下、より好ましくは0.15mm以下である。また、溝状窪部33の密集度合いが高く、加工形状部64の残留応力の集積も大となるので、それにともなう歪変形を矯正または防止する本実施の形態の効果が顕著である。

【0111】

鍛造加工においては、上記突条部53で素材55を加圧することにより素材55の塑性流動が発生し、それにより素材55の表面に隆起した部分ができる。このような部分を除去して平滑な圧力発生室形成板30の表面を形成するために、最終の仕上げ工程として研磨工程が実施されている。

【0112】

上記のような意味で圧力発生室形成板30に、鍛造加工後の両面に研磨仕上げが行われている。そして、上記研磨仕上げ後も微小窪部63を表面に残存させておくことにより、圧力発生室形成板30の片面あるいは両面に微小窪部63が位置されている。このような残存した微小窪部63によって、研磨前に成形した微小窪部63による残留応力が略そのまま継続状態とされ、加工形状部64とそれ以外の領域66における残留応力の均衡が継続して維持され、研磨後に圧力発生室形成板30が歪変形を起したりしない。さらに、研磨による圧力発生室形成板30の平面度の向上により接着時の相手方部材、例えばノズルプレート31、弹性板32等との密着性が良好となる。また、微小窪部63が残存させてあるので

、余剰の接着剤が微小窪部63に収容され、接着剤が外部へ流出したり接着剤の層厚が不均一になったりせず、良好な組立て精度の液体噴射ヘッド1がえられる。

【0113】

上記図8、図9、図10等に基づいて説明した圧力発生室形成板30の加工ステージのなかに、上記の圧力発生室形成板30の歪変形の防止策を包含させることにより、すぐれた液体噴射ヘッドの製造方法がえられる。

【0114】

すなわち、圧力発生室29となる溝状窪部33が列設されると共に、各溝状窪部33の一端に板厚方向に貫通する連通口34を形成した鍛造加工による金属製の圧力発生室形成板30と、上記連通口34と対応する位置にノズル開口48を穿設した金属製のノズルプレート31と、溝状窪部33の開口面を封止すると共に、溝状窪部33の他端に対応する位置にインク供給口45を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板30における溝状窪部33側に封止板を、反対側にノズルプレート31をそれぞれ接合してなる流路ユニット4を備えた液体噴射ヘッド1の製造方法であって、上記圧力発生室形成板30には圧力発生室形成板30の各溝状窪部33等が形成された領域である加工形状部64以外の領域66に複数の微小窪部63を設けることにより、上記加工形状部64の成形によって生じる圧力発生室形成板30の歪変形を矯正または防止するものである。

【0115】

このため、上記のように加工形状部64以外の領域66に複数の微小窪部63が設けられているので、この微小窪部63の成形時に素材55の表層部に微小な塑性流動が発生し、このような微小な塑性流動が集積されて加工形状部64以外の領域66における残留応力が追加されることとなり、加工形状部64の領域とそれ以外の領域66における残留応力の可及的均一化が図られて、上記のような歪変形の発生が防止されるのである。したがって、歪変形のない平面精度の高い圧力発生室形成板30がえられて、流路ユニット4として組立てられたときには、組立て精度の高い液体噴射ヘッド1がえられる。

【0116】

上記素材板55をニッケル板で構成することにより、ニッケル自体の線膨張係数が低く熱伸縮の現象が他の部品と同調して良好に果たされ、また、防錆性にすぐれ、さらに鍛造加工で重要視される延性に富んでいる等、良好な効果がえられる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の鍛造加工方法をニッケル等の素材に使用すれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。

【0117】

図13に例示した記録ヘッド1'は、本発明を適用することのできる事例であり、圧力発生素子として発熱素子61を用いたものである。この例では、上記の弾性板32に代えて、コンプライアンス部46とインク供給口45とを設けた封止基板62を用い、この封止基板62によって圧力発生室形成板30における溝状窓部33側を封止している。また、この例では、圧力発生室29内における封止基板62の表面に発熱素子61を取付けている。この発熱素子61は電気配線を通じて給電されて発熱する。なお、圧力発生室形成板30やノズルプレート31等、その他の構成は上記実施形態と同様であるので、その説明は省略する。

【0118】

この記録ヘッド1'では、発熱素子61への給電により、圧力発生室29内のインクが突沸し、この突沸によって生じた気泡が圧力発生室29内のインクを加圧する。この加圧により、ノズル開口48からインク滴が吐出される。そして、この記録ヘッド1'でも、圧力発生室形成板30を金属の塑性加工で作製しているので、上記した実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0119】

また、連通口34に関し、上記実施形態では、溝状窓部33の一端部に設けた例を説明したが、これに限らない。例えば、連通口34を溝状窓部33における長手方向略中央に形成して、溝状窓部33の長手方向両端にインク供給口45及びそれと連通する共通インク室14を配置してもよい。このようにすることによりインク供給口45から連通口34に至る圧力発生室29内におけるインクの淀

みを防止できるので、好ましい。

【0120】

上述の実施の形態は、インクジェット式記録装置に使用される記録ヘッドであるが、本発明による液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録装置用のインクだけを対象にするのではなく、グルー、マニキュア、導電性液体（液体金属）等を噴射することができる。

【0121】

【発明の効果】

以上のように、本発明の液体噴射ヘッドおよびその製造方法によれば、加工形状部以外の領域に複数の微小窪部が設けられているので、この微小窪部の成形時に素材の表層部に微小な塑性流動が発生し、このような微小な塑性流動が集積されて加工形状部以外の領域における残留応力が追加されることとなり、加工形状部の領域とそれ以外の領域における残留応力の可及的均一化が図られて、上記のような歪変形の発生が防止されるのである。また、微小窪部の成形時に、加工形状部以外の領域が広範囲にわたって加圧され、歪変形が矯正または防止される。したがって、歪変形のない平面精度の高い圧力発生室形成板がえられて、流路ユニットとして組立てられたときには、組立て精度の高い液体噴射ヘッドがえられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

インクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】

インクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図3】

(A) 及び (B) は、振動子ユニットを説明する図である。

【図4】

圧力発生室形成板の平面図である。

【図5】

圧力発生室形成板の説明図であり、(a) は図4におけるX部分の拡大図、(

b) は (a) における A-A 断面図、(c) は (a) における B-B 断面図である。

【図 6】

弾性板の平面図である。

【図 7】

弾性板の説明図であり、(a) は図 6 における Y 部分の拡大図、(b) は (a) における C-C 断面図である。

【図 8】

(a) 及び (b) は、溝状窪部の形成に用いる雄型を説明する図である。

【図 9】

(a) 及び (b) は、溝状窪部の形成に用いる雌型を説明する図である。

【図 10】

(a) ~ (c) は、溝状窪部の形成を説明する模式図である。

【図 11】

圧力発生室形成板に微小窪部が成形された状態を示す平面図である。

【図 12】

種々な微小窪部の形状を示す断面図および平面図である。

【図 13】

変形例のインクジェット式記録ヘッドを説明する断面図である。

【符号の説明】

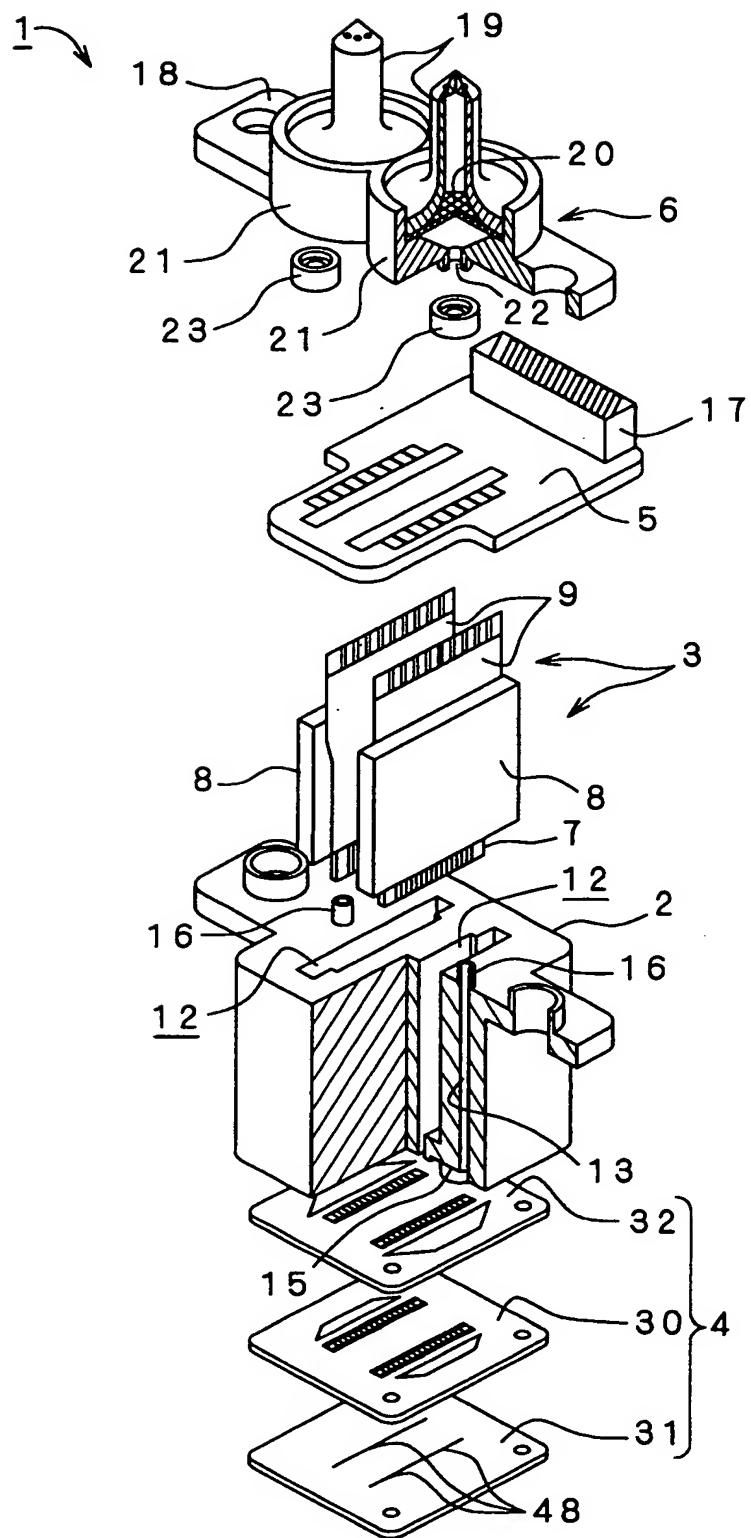
- 1 インクジェット式記録ヘッド
- 1' インクジェット式記録ヘッド
- 2 ケース
- 3 振動子ユニット
- 4 流路ユニット
- 5 接続基板
- 6 供給針ユニット
- 7 圧電振動子群
- 8 固定板

9. フレキシブルケーブル
10. 圧電振動子
10a. ダミー振動子
10b. 駆動振動子
11. 制御用 I C
12. 収納空部
13. インク供給路
14. 共通インク室
15. 先端凹部
16. 接続口
17. コネクタ
18. 針ホルダ
19. インク供給針
20. フィルタ
21. 台座
22. インク排出口
23. パッキン
28. 隔壁部
29. 圧力発生室
30. 圧力発生室形成板
31. ノズルプレート
32. 弾性板
33. 溝状窪部
34. 連通口
35. 逃げ凹部
36. ダミー窪部, ダミー圧力発生室
37. 第1連通口
38. 第2連通口
39. ダミー連通口

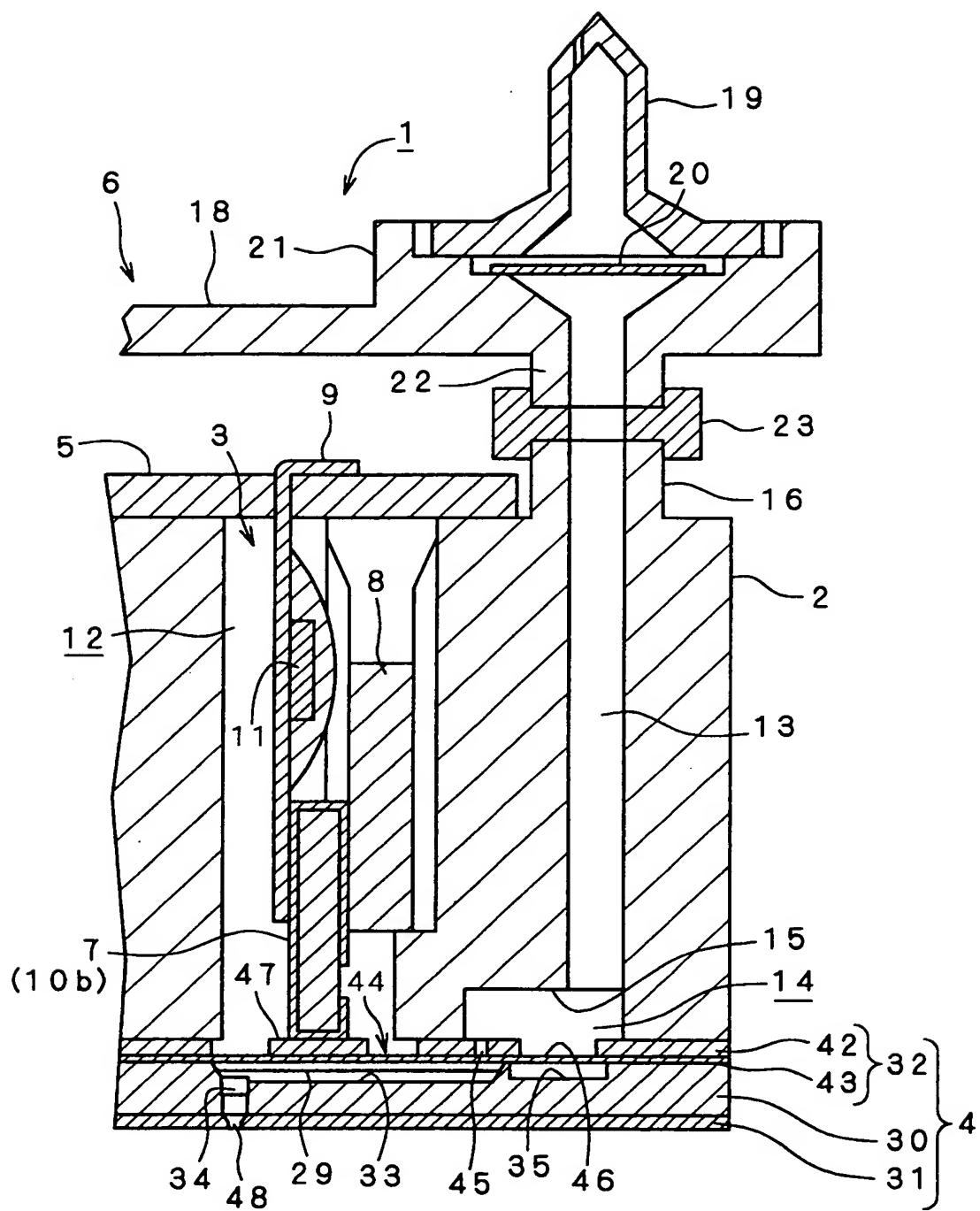
- 4 0. 第1ダミー連通口
- 4 1 第2ダミー連通口
- 4 2 支持板
- 4 3 弹性体膜
- 4 4 ダイヤフラム部
- 4 5 インク供給口
- 4 6 コンプライアンス部
- 4 7 島部
- 4 8 ノズル開口
- 5 1 雄型
- 5 2 雌型
- 5 3 突条部
- 5 3 a 先端部分
- 5 3 b 空隙部
- 5 4 筋状突起
- 5 5 帯板, 素材, 金属素材板, (圧力発生室形成板)
- 6 1 発熱素子
- 6 2 封止基板
- 6 3 微小窪部
- 6 4 加工形状部
- 6 5 2点鎖線
- 6 6 加工形状部以外の領域
- S 開口寸法
- T 板厚寸法

【書類名】 図面

【図1】

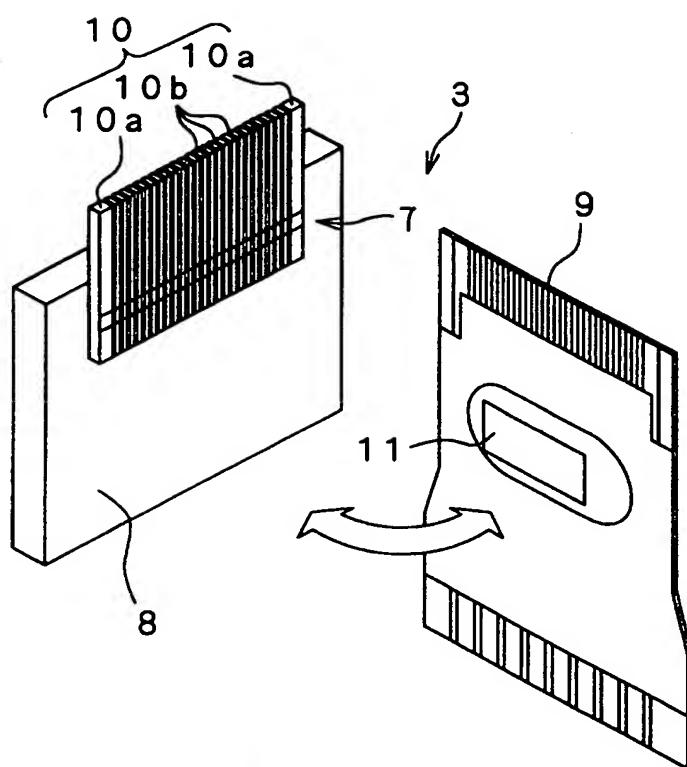


【図2】

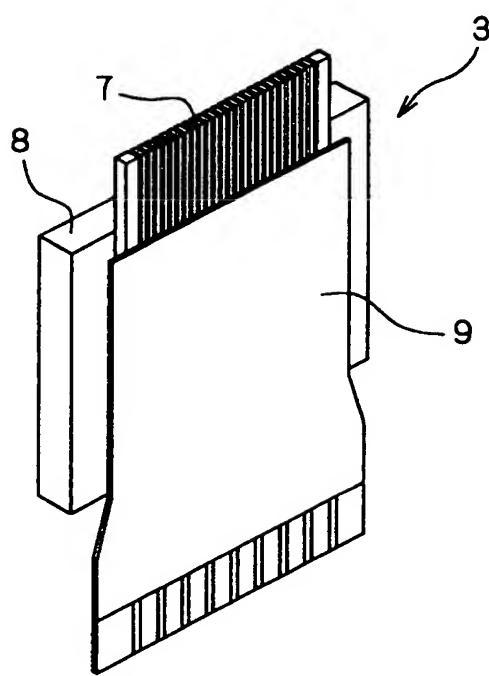


【図3】

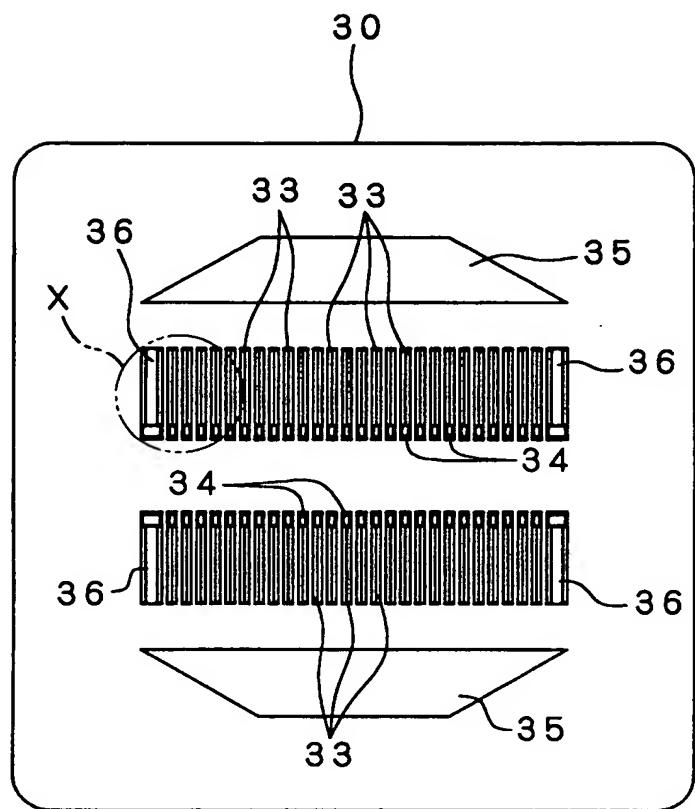
(A)



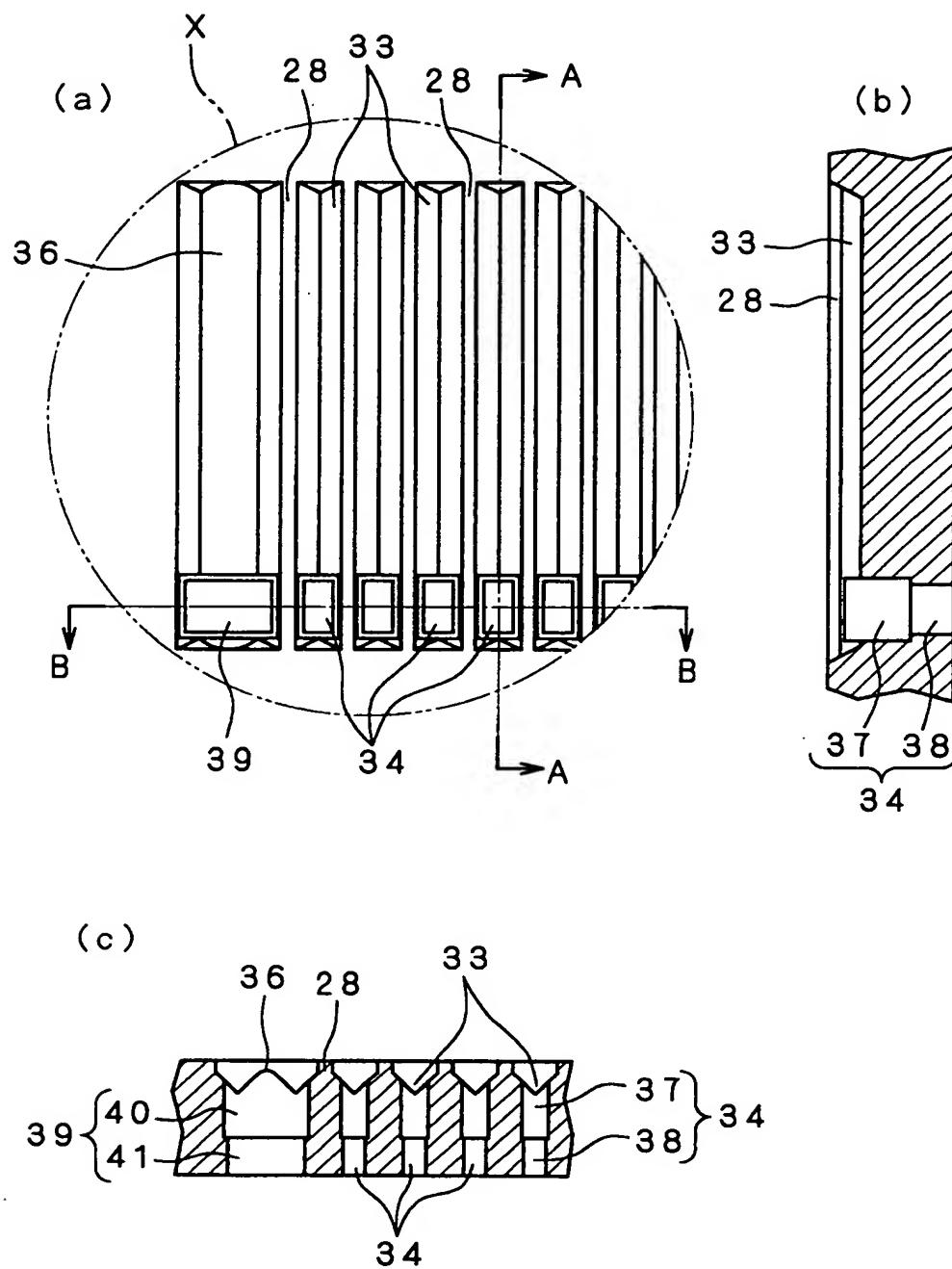
(B)



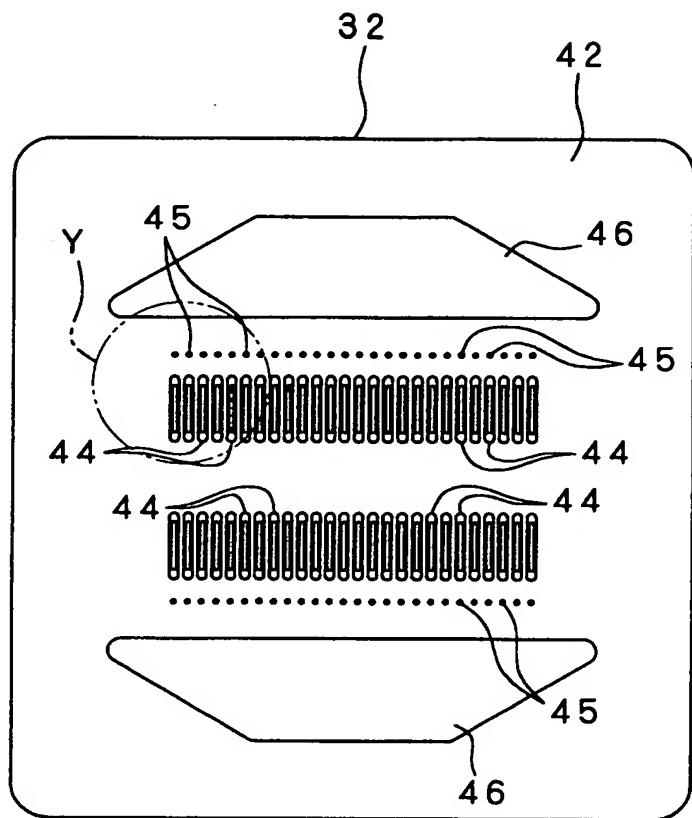
【図4】



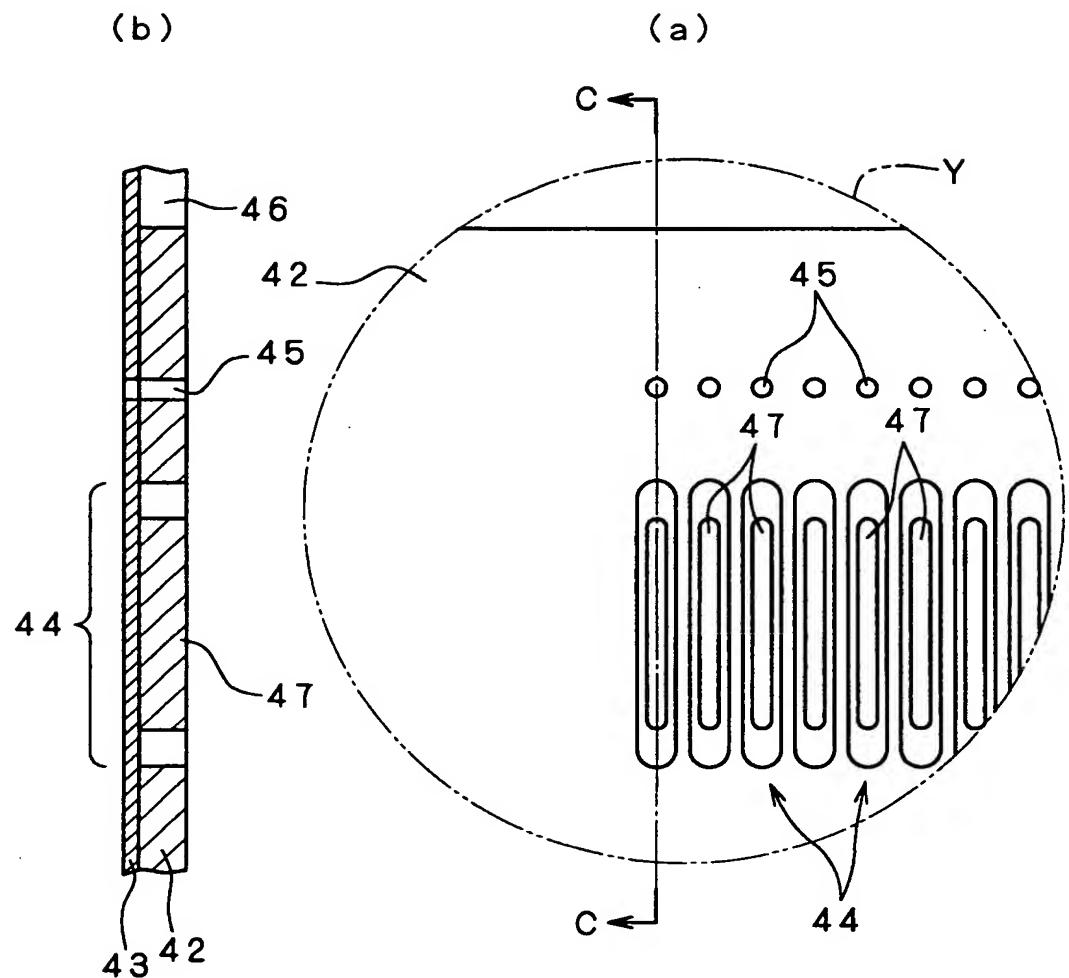
【図5】



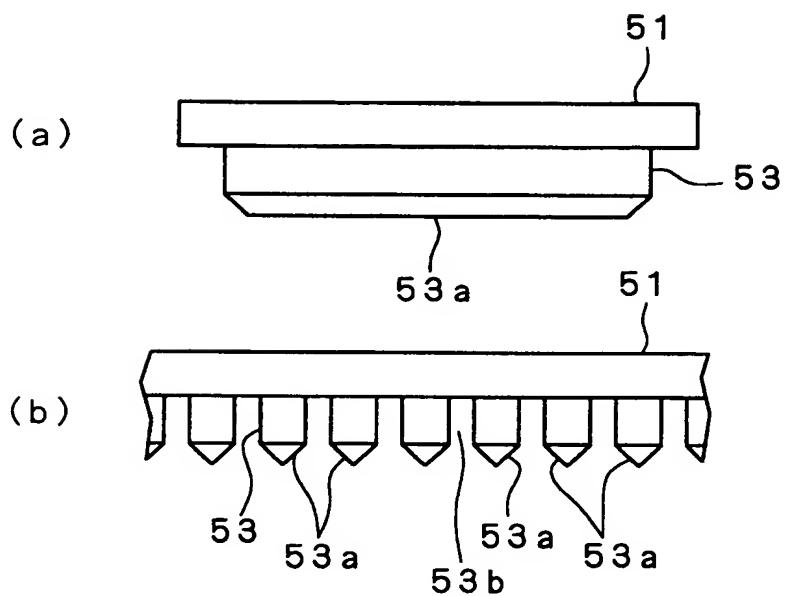
【図6】



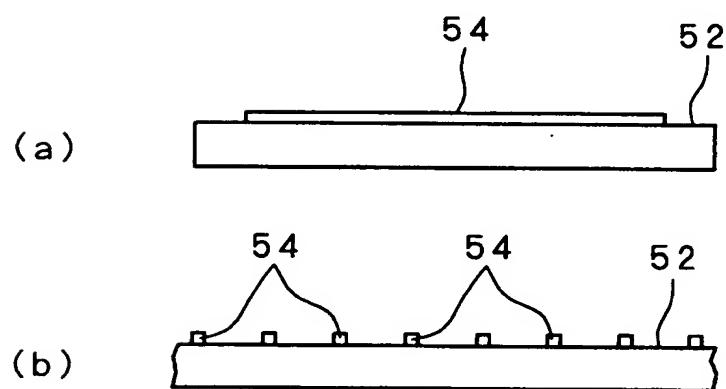
【図7】



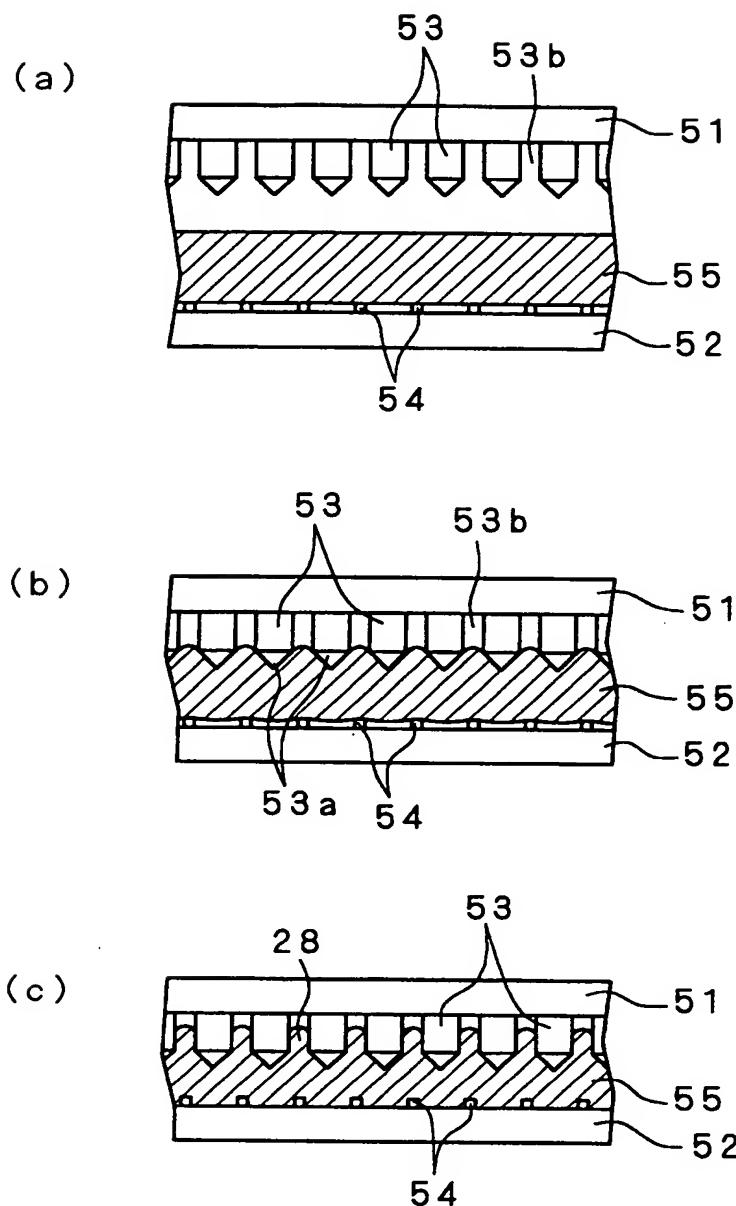
【図8】



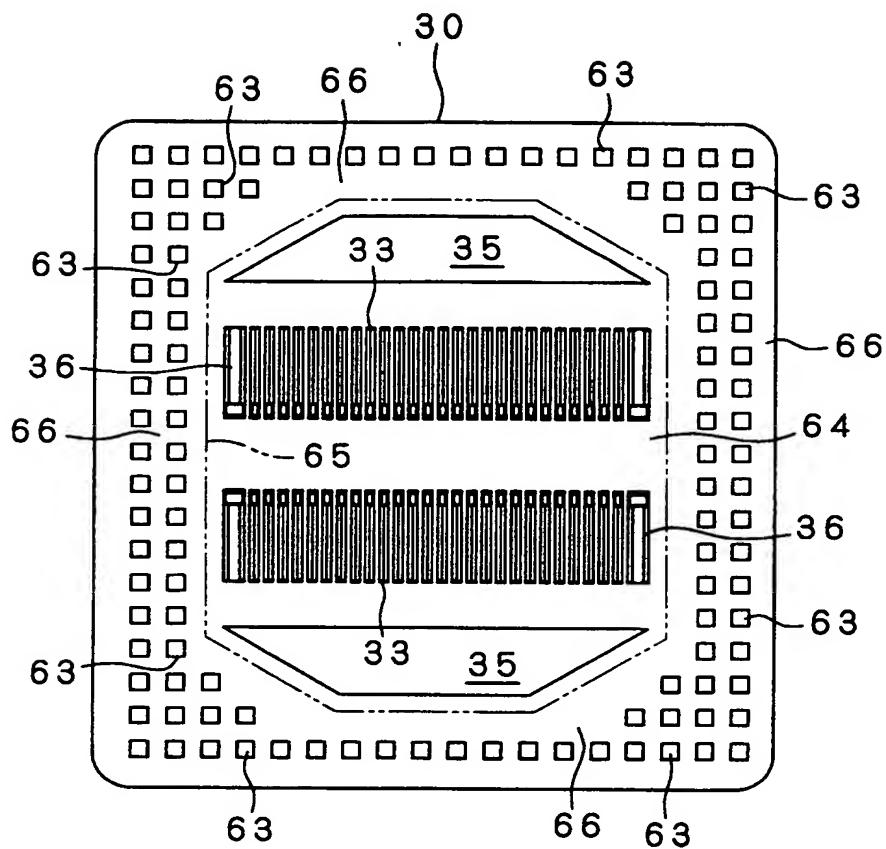
【図9】



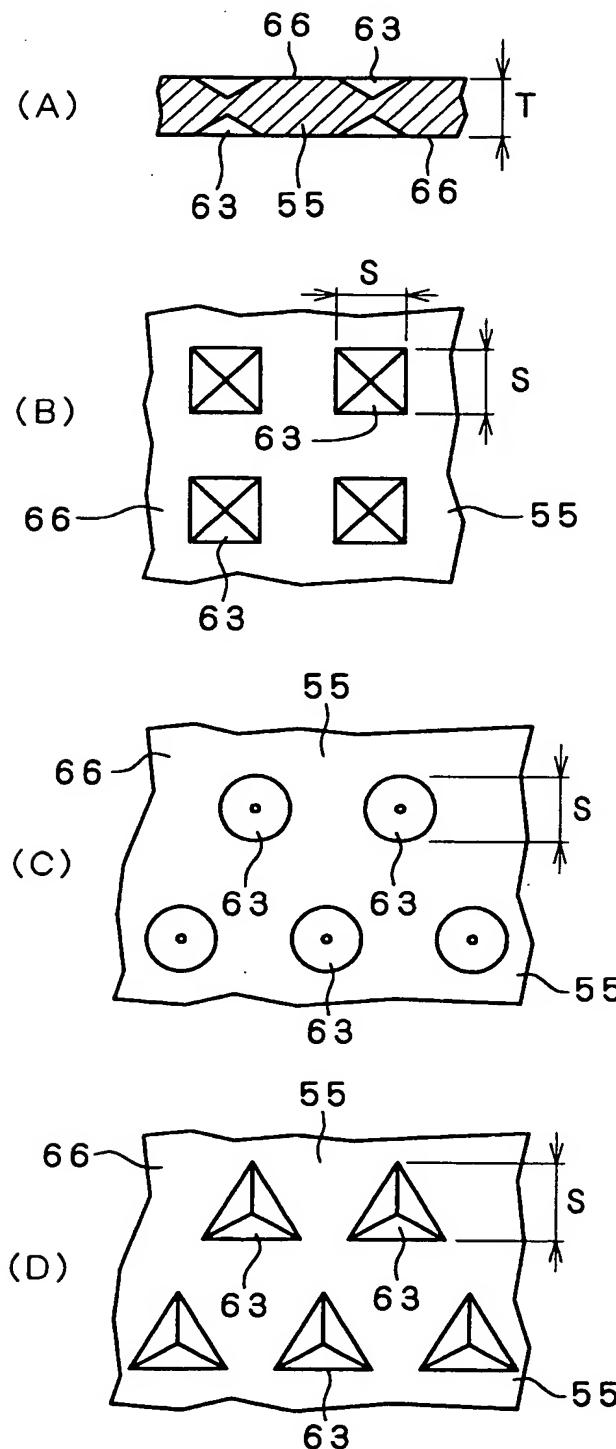
【図10】



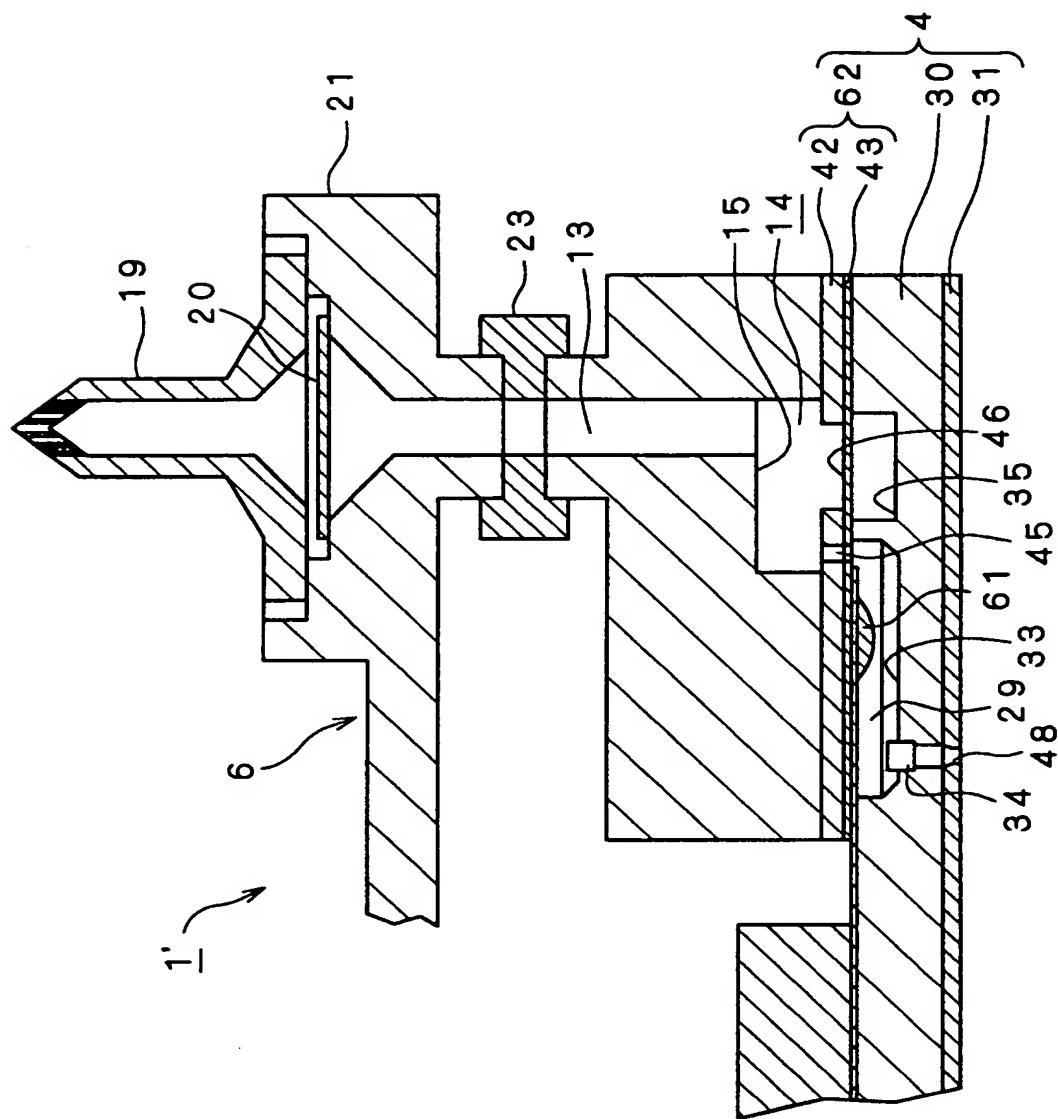
【図11】



【図12】



【図13】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】高精度の圧力発生室形成板を鍛造で成形するに当たり、歪変形を矯正または防止するようにした液体噴射ヘッドおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】圧力発生室29となる溝状窪部33が列設された圧力発生室形成板30と、ノズル開口48を穿設した金属製のノズルプレート31と、溝状窪部33の開口面を封止する金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板30における溝状窪部33側に封止板を、反対側にノズルプレート31をそれぞれ接合してなる流路ユニット4を備えた液体噴射ヘッド1であって、上記圧力発生室形成板30には圧力発生室形成板30の各溝状窪部33等が形成された領域である加工形状部64以外の領域66に複数の微小窪部63が設けられている。このため、加工形状部64の領域とそれ以外の領域66とのあいだにおける残留応力の差を可及的に小さくして、圧力発生室形成板30の歪変形を矯正または防止している。

【選択図】図11

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2002-239561
受付番号 50201230027
書類名 特許願
担当官 第二担当上席 0091
作成日 平成14年 8月21日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 8月20日

次頁無

特願 2002-239561

出願人履歴情報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏 名 セイコーエプソン株式会社